



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001183450 A**(43) Date of publication of application: **06.07.01**

(51) Int. Cl.

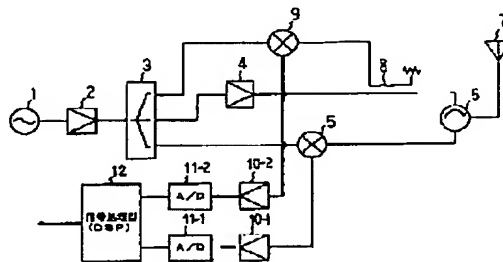
G01S 13/34**G01S 7/292****G01S 7/34****H04B 1/40****H04B 15/00**(21) Application number: **11367486**(71) Applicant: **NEC CORP**(22) Date of filing: **24.12.99**(72) Inventor: **SAYANA TOMOAKI****(54) RADAR DEVICE****(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce noise components infiltrating from transmission to reception in a radar device in FMCW system, in which a circulator is used to demultiplexing a transmission signal and a reception signal.

SOLUTION: This device comprises an amplifier 2 for amplifying an output signal from an oscillator 1, a branching circuit 3 for branching an output from the amplifier 2 into three, a transmission amplifier 4 for inputting a branch signal from a branching circuit 3, a receiving mixer 5 and a noise reference mixer 9 for inputting a branch signal from the branching circuit 3 as a local signal, a circulator 6 connected to an output of the transmission amplifier 4 and to an input of the receiving mixer 5, a directional coupler 8 for connecting the output of the transmission amplifier 4 with the input of the noise reference mixer 9, an antenna 7 connected to the circulator 6, amplifiers 10-1, 10-2 for amplifying outputs from the receiving mixer 5 and noise reference mixer, AD converters 11-1, 11-2 for converting an output from each amplifier to a digital signal, and a signal processing unit 12 for

calculating the distance and speed, by inputting an output from the AD converter and carrying out frequency analysis.

COPYRIGHT:-(C)2001,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-183450
(P2001-183450A)

(43) 公開日 平成13年7月6日 (2001.7.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
G 0 1 S 13/34		G 0 1 S 13/34	5 J 0 7 0
7/292		7/292	Z 5 K 0 1 1
7/34		7/34	5 K 0 5 2
H 0 4 B 1/40		H 0 4 B 1/40	
15/00		15/00	
審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 8 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-367486

(22) 出願日 平成11年12月24日 (1999. 12. 24)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 佐梁 智昭

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100080816

弁理士 加藤 朝道

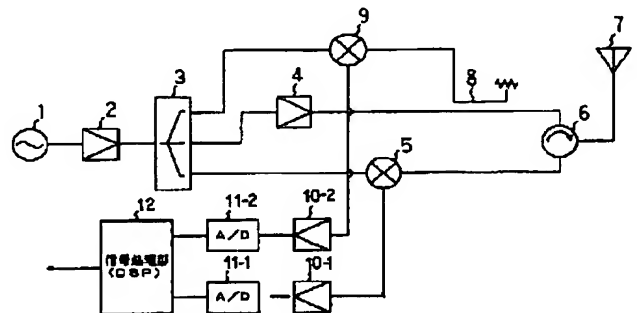
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーダー装置

(57) 【要約】

【課題】 サーキュレータを用いて送信信号と受信信号を分波するFMCW方式のレーダー装置において、送信から受信に回り込む雑音成分を低減するレーダー装置の提供。

【解決手段】 発振器1の出力信号を増幅する増幅器2と、増幅器の出力を3つに分岐する分岐回路3と、分岐回路3の分岐信号を入力する送信増幅器4と、分岐回路3の分岐信号を局発信号として入力する受信ミキサー5と雑音リファレンス用ミキサー9と、送信増幅器の出力と受信ミキサーの入力とに接続されるサーキュレータ6と、送信増幅器の出力と雑音リファレンス用ミキサーの入力とを接続する方向性結合器8と、サーキュレータに接続されたアンテナ7と、受信ミキサー、雑音リファレンス用ミキサーからの出力を増幅する増幅器10-1、10-2と、各増幅器の出力をデジタル信号に変換するA/D変換器11-1、11-2と、A/D変換器の出力を入力し周波数分析をして距離、速度を算出する信号処理部12とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 アンテナにサーキュレータを介して接続され周波数変調された連続波の送信信号を送出する送信部と、前記アンテナに前記サーキュレータを介して接続され前記アンテナを通して受信された目標からの反射波信号と前記送信信号の一部を分流させた局発信号をミキシングした信号を出力する受信ミキサと、を備えた FMCW 方式のレーダー装置において、

送信ポートと方向性結合器を介して接続されるミキサーを備えるとともに、前記ミキサーの出力から送信波の雑音成分を取り出し、前記送信波の雑音成分と、前記受信ミキサーからの受信出力における送信から受信に回り込む雑音成分との差分をとって、キャンセルする手段を備えたことを特徴とするレーダー装置。

【請求項 2】 アンテナにサーキュレータを介して接続され周波数変調された連続波の送信信号を送出する送信部と、前記アンテナに前記サーキュレータを介して接続され前記アンテナを通して受信された信号と前記送信信号の一部を分岐させた局発信号とをミキシングしたビート信号を出力する受信ミキサーを備えた FMCW 方式のレーダー装置において、

送信部からの前記サーキュレータへの送信信号を方向性結合器を介して入力端に入力とし前記送信信号の一部を分岐させた局発信号を入力とする雑音リファレンス用ミキサーを備え、

前記雑音リファレンス用ミキサーのミキシング出力から送信波の雑音成分を取り出し、前記受信ミキサーのビート信号出力から前記雑音成分を差し引くことで、送信から受信に回り込む雑音成分を低減する、ことを特徴とするレーダー装置。

【請求項 3】 発振器からの出力信号を増幅する第 1 の増幅器と、

前記第 1 の増幅器の出力を 3 つの信号に分岐する分岐回路と、

前記分岐回路で分岐された第 1 の信号を入力とする送信増幅器と、

前記分岐回路で分岐された第 2 の信号を局発信号として入力とする受信ミキサーと、

前記分岐回路で分岐された第 3 の信号を局発信号として入力とする雑音リファレンス用ミキサーと、

前記送信増幅器の出力と前記受信ミキサーの入力とに接続されたサーキュレータと、

前記送信増幅器の出力と前記雑音リファレンス用ミキサーの入力とを接続する方向性結合器と、

前記サーキュレータに接続されたアンテナと、

前記受信ミキサーから出力されるビート周波数成分を増幅する第 2 の増幅器と、

前記雑音リファレンス用ミキサーから出力されるビート周波数成分を増幅する第 3 の増幅器と、

前記第 2 の増幅器の出力をデジタル信号に変換する第

1 の A/D 変換器と、

前記第 3 の増幅器の出力をデジタル信号に変換する第 2 の A/D 変換器と、

前記第 1、第 2 の A/D 変換器の出力を入力し周波数分析をして距離、速度を算出する信号処理部と、

を備えたことを特徴とするレーダー装置。

【請求項 4】 発振器からの出力信号を増幅する第 1 の増幅器と、

前記第 1 の増幅器の出力を 3 つの信号に分岐する分岐回路と、

前記分岐回路で分岐された第 1 の信号を入力とする送信増幅器と、

前記分岐回路で分岐された第 2 の信号を局発信号として入力とする受信ミキサーと、

前記分岐回路で分岐された第 3 の信号を局発信号として入力とする雑音リファレンス用ミキサーと、

前記送信増幅器の出力と前記受信ミキサーの入力とに接続されたサーキュレータと、

前記送信増幅器の出力と前記雑音リファレンス用ミキサーの入力とを接続する方向性結合器と、

前記サーキュレータに接続されたアンテナと、

前記受信ミキサーから出力されるビート周波数成分を増幅する第 2 の増幅器と、

前記雑音リファレンス用ミキサーから出力されるビート周波数成分を増幅する第 3 の増幅器と、

前記第 2 の増幅器の出力と前記第 3 の増幅器の出力の差分をとる差分回路と、

前記差分回路の出力をデジタル信号に変換する A/D 変換器と、

前記 A/D 変換器の出力を入力し周波数分析をして距離、速度を算出する信号処理部と、
を備えたことを特徴とするレーダー装置。

【請求項 5】 前記第 3 の増幅器が可変利得型の増幅器よりなる、ことを特徴とする請求項 4 記載のレーダー装置。

【請求項 6】 前記信号処理部が、前記受信ミキサーの出力を高速フーリエ変換 (FFT) して周波数分析を行う第 1 の手段と、

前記第 1 の手段から出力される複数回の FFT 出力を各周波数成分毎に加算して平均値を算出する第 2 の手段と、

前記第 2 の手段から出力される平均値からピーク周波数成分を検出する第 3 の手段と、

前記ピーク周波数成分の近傍周波数成分を除去して、平均雑音レベルを算出する第 4 の手段と、

前記雑音リファレンス用ミキサーの出力を高速フーリエ変換 (FFT) して周波数分析を行う第 5 の手段と、

前記第 5 の手段から出力される複数回の FFT 出力を各周波数成分毎に加算して平均値を算出する第 6 の手段

と、

前記第6の手段から出力される平均値からピーク周波数成分を検出する第7の手段と、

前記ピーク周波数成分の近傍周波数成分を除去して、平均雑音レベルを算出する第8の手段と、

前記第4の手段から出力される前記受信ミキサー出力の平均雑音レベル（ R_n ）と前記第8の手段から出力される前記雑音リファレンス用ミキサーの出力の平均雑音レベル（ N_n ）との比（ K ）を算出し記憶手段に記憶する第9手段と、

を備えたことを特徴とするレーダー装置。

【請求項7】前記信号処理部が、前記受信ミキサーの出力レベル（ R_r ）と前記雑音リファレンスミキサーの出力レベル（ N_r ）と、前記係数 K とを用いて前記 R_r から $K \times N_r$ を差し引いた値を A とする手段と、前記 A の時系列信号に対してFFT処理を行って周波数分析を行い、前記周波数分析の結果で得られたスペクトラムのピーク周波数情報と、FMCW方式のパラメータ情報とを用いて距離および速度を算出する手段と、を備えたことを特徴とする請求項6記載のレーダー装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーダー装置に関し、連続波信号（CW）を周波数変調したFMCW方式のレーダー装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図5は、従来のFMCWレーダー装置の構成の一例を示す図である。図5を参照すると、送受共用アンテナに送信と受信の分波を行うサーキュレータを介して送信部と受信部に接続するFMCW方式のレーダー装置において、発振器1から出力された信号は局発増幅器2で適切なレベルまで増幅され、分岐回路3によって送信増幅器4と受信ミキサー5の局発に分岐され、送信増幅器4の信号はサーキュレータ6を経てアンテナ7に出力される。

【0003】またアンテナ7からの受信信号はサーキュレータ6を介して受信ミキサー5に入力される。受信ミキサー5では、局発信号とレーダー反射波としての受信信号との差周波数に対応するビート周波数成分を出力し、このビート周波数成分は増幅器10を経てAD変換器11でデジタル信号に変換され、デジタル信号プロセッサ等からなる信号処理部12に入力され、ビート周波数の周波数分析を行うためにFFT（高速フーリエ変換）変換し、距離、速度が算出される。

【0004】三角波変調を掛けた場合、受信ミキサー5の出力であるビート信号は、変調周期の半分の時間毎に周波数が変化し移動体の距離 R と速度 V は、周波数を高くするときのスweep時に検出されるビート周波数成分 f_u 、周波数を低くするときのスweep時に検出されるビート周波数成分 f_d とすると、次式で算出される（特開平8-248124号公報等参照）。

(3)

特開2001-183450

4

$$\begin{aligned} \text{【0005】 } R &= \{ (T_m \cdot c) / (4 \cdot \Delta F) \} \\ &\quad \{ (f_u + f_d) / 2 \} \end{aligned}$$

$$V = (c / 2 f_0) \{ (f_u - f_d) / 2 \}$$

ここで、 c は光速、 ΔF は最大周波数偏移、 T_m は三角波変調の周期、 f_0 は送信中心周波数である。

【0006】図5に示した構成において、受信感度に影響を与える雑音成分は、サーキュレータ6を通して送信から受信に回り込む雑音が支配的である。

【0007】この雑音を低減するには、送信波の雑音成分である位相雑音、振幅雑音を低減するか、あるいは、サーキュレータ6のアイソレーションを改善し、回り込み量を抑える方法が用いられている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、サーキュレータ6のアイソレーションをとる方法は、特に周波数が高いミリ波の場合には困難であり、また、アイソレーションできても調整等の作業時間がかかり、コスト的に見合うものとはならない、という問題点を有している。

【0009】また、発振器の位相雑音の改善についてみると、FMCW方式では、距離分解能をよくするためには、周波数偏移を大きく必要があるため、周波数偏移の増大と、トレードオフ関係にある位相雑音の低減は困難といえる。

【0010】なお、例えば特開平11-148972号公報には、送受共用のアンテナにサーキュレータを介して送信部及び受信部を接続してなるFMCW方式のレーダー装置において、送受信間のノイズ成分の回り込みを低減し、低コスト化を図る構成として、送信部とサーキュレータの間に両者をオン・オフする送信用高周波スイッチを備え、送信用高周波スイッチを受信部の受信動作時に信号処理部から送出されるスイッチ制御信号によりオフ動作させて送信部の送信出力を所定期間遮断することで、送受信間のノイズ成分の回り込みを低減するようにしたレーダー装置が提案されている。本発明は、後の説明からも明らかとされるように、上記特開平11-148972号公報に記載のスイッチ等を不要とした構成を提供するものである。

【0011】したがって本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、その目的は、サーキュレータを用いて送信信号と受信信号を分波するFMCW方式のレーダー装置において、送信から受信に回り込む雑音成分を低減するレーダー装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成する本発明は、送信ポートに方向性結合器を用いて受信機と同様の構成を持ったミキサーを接続し、送信波の雑音成分を取り出し受信器の受信出力における送信から受信に回り込む雑音との差分をとってキャンセルすることにより、送信から受信に回り込む雑音成分を低減する、ようにし

たものである。

【0013】本発明は、アンテナにサーキュレータを介して接続され周波数変調された連続波の送信信号を送出する送信部と、前記アンテナに前記サーキュレータを介して接続され前記アンテナを通して受信された目標からの反射波信号と前記送信信号の一部を分岐させた局発信号をミキシングしたビート信号を出力する受信ミキサーを備えたFMCW方式のレーダー装置において、送信部からの前記サーキュレータへの送信信号を方向性結合器を介して入力端に入力とし前記送信信号の一部を分岐させた局発信号を入力とする雑音リファレンス用ミキサーを備え、前記雑音リファレンス用ミキサーのミキシング出力から送信波の雑音成分を取り出し、前記受信ミキサーのビート信号から雑音成分を差し引くことで、送信から受信に回り込む雑音成分を低減する、ことを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について説明する。本発明は、その好ましい一の実施の形態において、図1を参照すると、発振器(1)からの出力信号を増幅する第1の増幅器(2)と、第1の増幅器(3)の出力を3つに分岐する分岐回路(3)と、分岐回路

(3)で分岐された信号を入力とする送信増幅器(4)と、分岐回路(3)で分岐された信号を局発信号として入力とする受信ミキサー(5)と、分岐回路(3)で分岐された信号を局発信号として入力とする雑音リファレンス用ミキサー(9)と、送信増幅器(4)の出力と受信ミキサー(5)の入力とに接続されたサーキュレータ(6)と、送信増幅器(4)の出力と雑音リファレンス用ミキサー(9)の入力とを接続する方向性結合器(8)と、サーキュレータ(6)に接続されたアンテナ(7)と、受信ミキサー(5)から出力されるビート周波数成分を増幅する第2の増幅器(10-1)と、雑音リファレンス用ミキサー(9)から出力されるビート周波数成分を増幅する第3の増幅器(10-2)と、第2の増幅器(10-1)の出力をデジタル信号に変換する第1のAD変換器(11-1)と、第3の増幅器(10-2)の出力をデジタル信号に変換する第2のAD変換器(11-2)と、第1、第2のAD変換器(11-1、11-2)の出力を入力し周波数分析をして距離、速度を算出する信号処理部(12)と、を備える。

【0015】本発明は、その好ましい別の実施の形態において、図2を参照すると、発振器(1)からの出力信号を増幅する第1の増幅器(2)と、第1の増幅器(3)の出力を3つに分岐する分岐回路(3)と、分岐回路(3)で分岐された信号を入力とする送信増幅器(4)と、分岐回路(3)で分岐された信号を局発信号として入力とする受信ミキサー(5)と、分岐回路(3)で分岐された信号を局発信号として入力とする雑音リファレンス用ミキサー(9)と、送信増幅器(4)

の出力と受信ミキサー(5)の入力とに接続されたサーキュレータ(6)と、送信増幅器(4)の出力と雑音リファレンス用ミキサー(9)の入力とを接続する方向性結合器(8)と、サーキュレータ(6)に接続されたアンテナ(7)と、受信ミキサー(5)から出力されるビート周波数成分を増幅する第2の増幅器(10)と、雑音リファレンス用ミキサー(9)から出力されるビート周波数成分を増幅する利得可変増幅器(14)と、第2の増幅器(10)の出力と利得可変増幅器(14)の出力の差分をとる差分回路(13)と、差分回路の出力をデジタル信号に変換するAD変換器(11)と、AD変換器(11)の出力を入力し周波数分析をして距離、速度を算出する信号処理部(12)と、を備える。

【0016】また従来の装置では、レーダーの出力周波数がミリ波といった高い周波数である場合、サーキュレータ、発振器等に高度な規格値を割り振ることになり、高価な部品を用いざるを得なかったが、本発明によれば、部品の規格を緩和し、装置価格の低減を可能としている。

【0017】

【実施例】上記した本発明の実施の形態についてさらに詳細に説明すべく、本発明の実施例について図面を参照して以下に説明する。図1は、本発明の一実施例の構成を示す図である。

【0018】図1を参照すると、本発明の一実施例において、発振器1から出力された信号は、局発増幅器2で適切なレベルまで増幅され、分岐回路3によって送信増幅器4と受信ミキサー5および雑音リファレンス用ミキサー9の局発とに分岐される。

【0019】送信増幅器4の信号はサーキュレータ6を経てアンテナ7に出力されるが、方向性結合器8によって雑音リファレンス用ミキサー9にも接続される。

【0020】アンテナ7からの受信信号はサーキュレータ6を介して受信ミキサー5に入力されるが、送信波の回り込み雑音が、サーキュレータ6のアンテナ端からの反射やサーキュレータ6内のリーク成分として受信信号と同時に受信ミキサー5に入力される。

【0021】受信ミキサー5は局発信号とレーダー反射波としての受信信号のビート周波数成分を出力する。

【0022】このビート周波数成分は、増幅器10-1を経てAD変換器11-1でデジタル出力に変換され、デジタル信号プロセッサ等からなる信号処理部12に入力される。

【0023】雑音リファレンス用ミキサー9の出力も受信出力と同様に増幅器10-2を経てAD変換器11-2でデジタル出力に変換され、信号処理部12に入力される。

【0024】図3は、本発明の一実施例において、信号処理部12で実行される処理を示す流れ図である。

【0025】AD変換器11-1、11-2からそれぞれ

れ出力された受信ミキサー 5 の出力（デジタル信号）と雑音リファレンス用ミキサー 9 の出力（デジタル信号）はまず、サーキュレータ 6 等による反射係数を補正するための係数決定処理に使用される。

【0026】雑音リファレンス用ミキサー 9 の出力と受信ミキサー 5 の出力を FFT（高速フーリエ変換）にて周波数分析を行い（ステップ 31-1、31-2）、N 回の FFT 出力を各周波数成分毎に加算して平均値を算出する（ステップ 32-1、32-2）。

【0027】平均値出からピーク周波数成分を検出し（ステップ 33-1、33-2）、ピーク周波数成分を持つ場合には、その近傍周波数成分を除去して、平均雑音レベルを算出する（ステップ 34-1、34-2）。

【0028】雑音リファレンス用ミキサー 9 の出力の平均雑音レベル（ N_n ）と受信ミキサー 5 出力の平均雑音レベル（ R_n ）の比を係数 K （ $=R_n/N_n$ ）として（ステップ 35）、メモリやレジスタ等に記憶する（ステップ 36）。

【0029】図 4 は、本発明の一実施例において、信号処理部 12 で実行される、通常の信号の距離、速度を算出する処理を示す図である。

【0030】受信ミキサー 5 の出力レベル R_n と雑音リファレンスミキサー 9 の出力レベル N_r を係数 K を用いて、

$$A = R_r - K \times N_r$$

を計算する（ステップ 41）。

【0031】この A の時系列信号（送信から受信に回り込む雑音成分がキャンセルされた受信信号）に対して、従来の方式と同様にして、FFT 処理を行い、周波数分析を行う（ステップ 42）。

【0032】この周波数分析の結果で得られたスペクトラムのピーク周波数と、FMCW 方式のパラメータ、最大周波数変移 ΔF 、三角波変調周波数 f_m 、および光速 c を用いて、公知の方法により、距離 R 、および速度 V を算出する（ステップ 43）。算出した出力をセンサ出力として出力する（ステップ 44）。

【0033】図 2 は、本発明の第 2 の実施例の構成を示す図である。発振器 1、局発増幅器 2、分岐回路 3、送信増幅器 4、受信ミキサー 5、雑音リファレンス用ミキサー 9、サーキュレータ 6、アンテナ 7、方向性結合器 8 の構成、及び接続形態は、前記した実施例と同様である。本発明の第 2 の実施例において、受信ミキサー 5 の出力は、増幅器 10 に入力され差分回路 13 の一端に入力され、雑音リファレンス用ミキサー 9 の出力も利得可

変増幅器 14 を介して差分回路 13 の他端に入力され、差分回路 13 の出力は AD 変換器 11 でデジタル出力に変換され信号処理部 12 に入力される。信号処理部 12 では、AD 変換器 11 からのデジタル信号を入力し FFT を行い周波数分析を行うことで、距離、速度を算出する。

【0034】本発明の第 2 の実施例においては、デジタル部の構成を簡易化し、前記第 1 の実施例よりも部品点数を削減できる。また信号処理部 12 における演算結果をもとに雑音を最小になる用に雑音リファレンス用ミキサー 9 出力を増幅する可変増幅器 14 の利得を制御することで、温度変動等によるサーキュレータ 6 の回り込み量の変動に対しても、安定に雑音成分を低減できる。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、送信波のサーキュレータを介しての受信への回り込み雑音を低減することができる、という効果を奏する。

【0036】本発明によれば、これら部品の規格を緩和することができ、安価なレーダー装置を供給することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例の構成を示す図である。

【図 2】本発明の他の実施例の構成を示す図である。

【図 3】本発明の一実施例における信号処理部の処理を示す流れ図である。

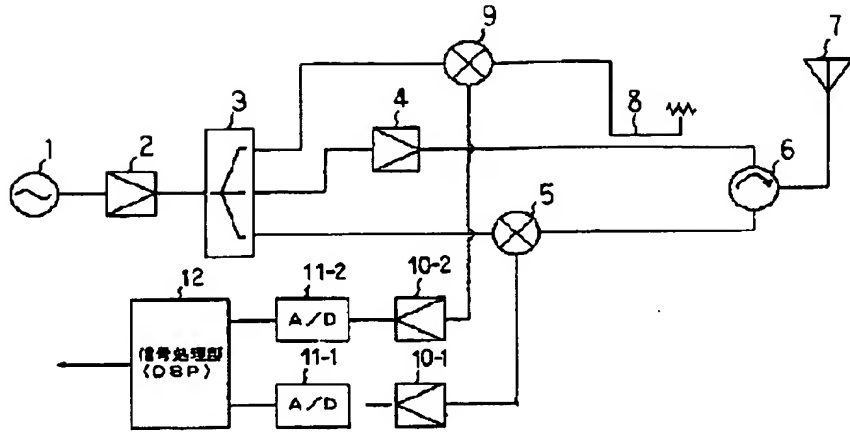
【図 4】本発明の一実施例における信号処理部の処理を示す流れ図である。

【図 5】従来の FMCW 方式のレーダー装置の構成を示す図である。

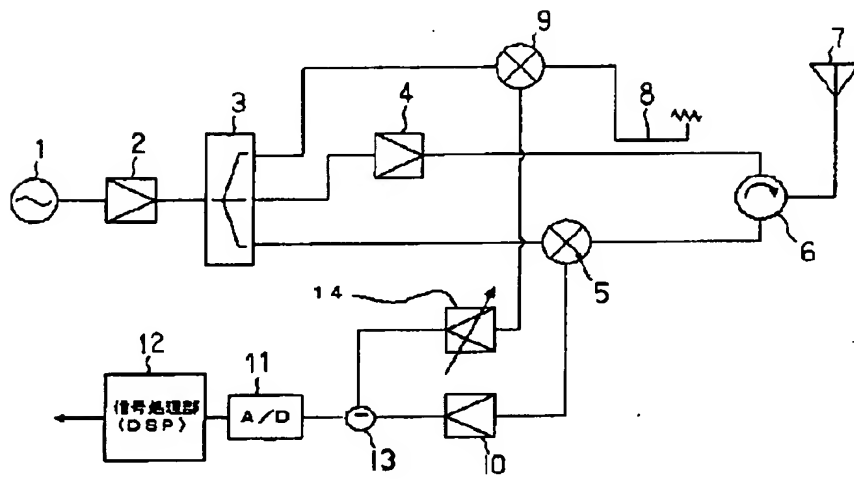
【符号の説明】

- 1 発振器
- 2 局発増幅器
- 3 分岐回路
- 4 送信増幅器
- 5 受信ミキサー
- 6 サーキュレータ
- 7 アンテナ
- 8 方向性結合器
- 9 ミキサー
- 10 増幅器
- 11 AD コンバータ
- 12 信号処理回路
- 13 差動増幅器等の差分回路
- 14 可変利得増幅器

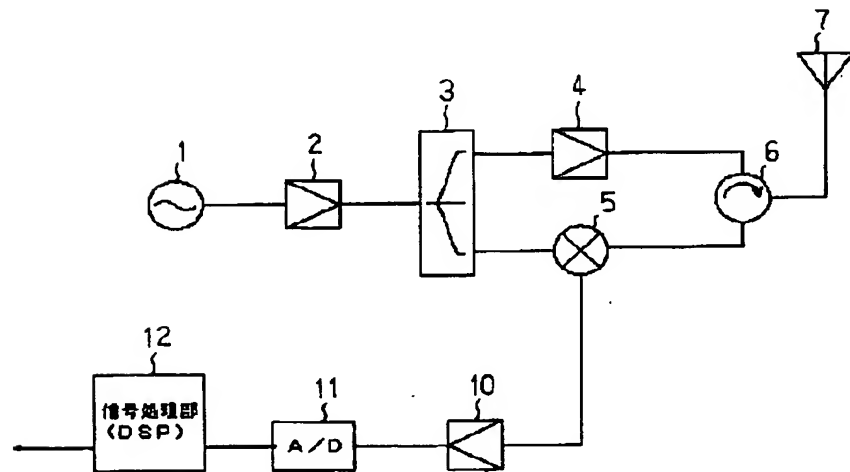
【図 1】



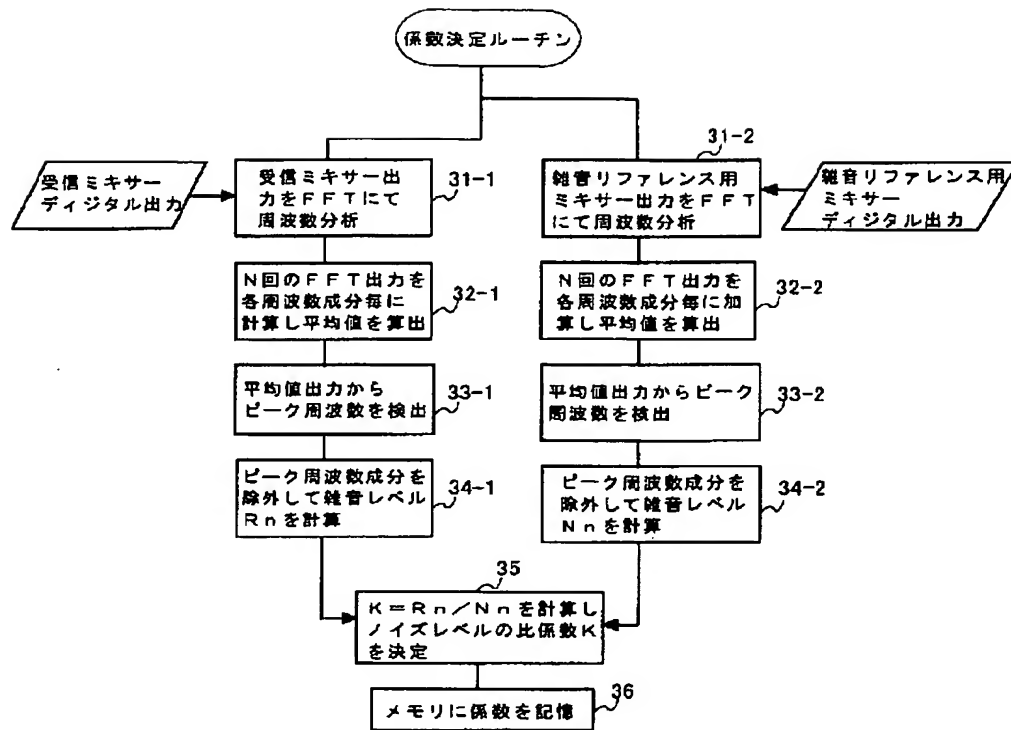
【図 2】



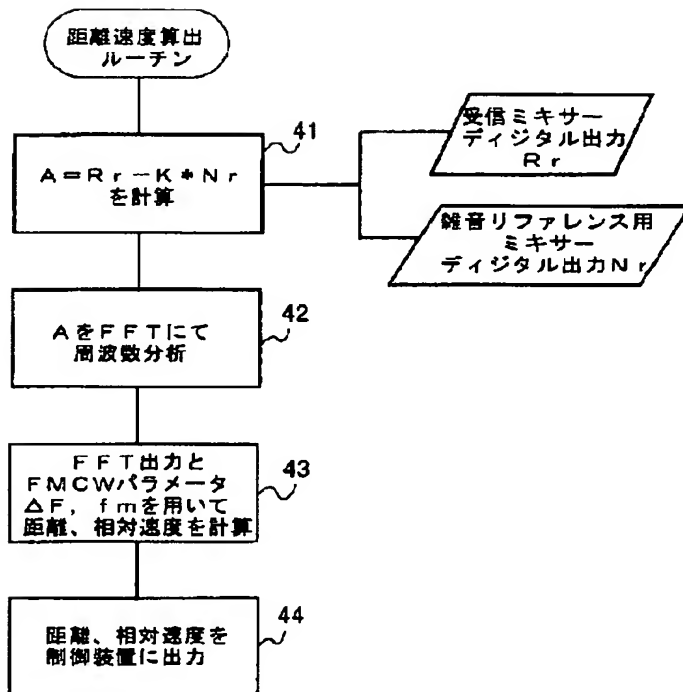
【図 5】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5J070 AB17 AB24 AC02 AC06 AD01
AH14 AH19 AH26 AH31 AH35
AJ13 AK28 AK35 BA01
5K011 BA01 BA09 DA01 DA06 DA11
EA03 JA00 KA08
5K052 AA01 BB00 CC04 DD04 DD15
EE13 FF32